

毛髪再生医療のためのバイオプリンタを用いた移植組織の大量調製

*¹横浜国立大学大学院, *²横浜国立大学先端高等研究院 (IAS), *³神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC)

南茂 彩華*¹, 景山 達斗*^{1~3}, 福田 淳二*^{1~3}

Ayaka NANMO, Tatsuto KAGEYAMA, Junji FUKUDA

1. 目的

毛髪再生医療は、脱毛症を根本的に解決できる画期的な治療法として期待されている。発生過程を参考に「毛包原基」に類似した微小組織を生体外で構築し、脱毛部へ移植することで毛髪を再生させる方法が、有力なアプローチの1つとして注目されている。しかし、見た目を改善するために患者1人に数千個の移植組織が必要であることを考慮すると、毛包原基を大量に調製できる手法の開発が必須である。そこで、本研究では、バイオプリンタを用いて、コラーゲングルの収縮現象を利用した毛包原基の大量調製法を開発した¹⁾。

2. 方法

マウス胎児皮膚由来の上皮系および間葉系細胞をそれぞれコラーゲングルまたは1型/3型コラーゲン、ヒアルロン酸、ラミニンの細胞外マトリクス (ECM) 混合ゲルに懸濁し、これらの液滴 (2 μ l) を隣接させるように撥水性表面上に打ち出し、毛包原基構造を作製した。これを回収し、細胞けん引力の阻害剤 (Blebbistatin) の添加あり/なしの条件で3日間浮遊培養した。また、培養後の毛包原基をヌードマウス皮下へ移植し、3週間後の発毛本数を評価した (図1A)。

3. 結果

毛包原基構造は培養中に、その構造を維持したまま大きく収縮し、コラーゲンおよび細胞が10倍以上に濃縮された毛包原基を形成した。これをヌードマウス皮下へ移植すると、従来法と比較して発毛本数が2倍以上に増加した (図1B)。一方で、Blebbistatinを添加すると、培養中のゲル収縮と移植後の毛髪再生が大きく阻害され、細胞けん引力が

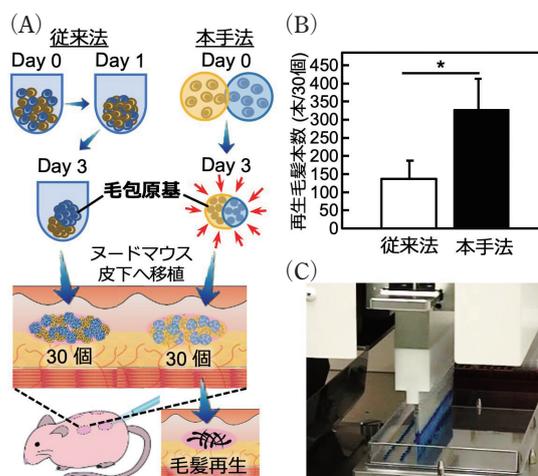


図1 毛包原基による毛髪再生 (A, B) とバイオプリンティングの様子 (C)

毛髪再生能向上に寄与していることが示唆された。さらに、ECM混合ゲルを用いた毛包原基は、1型コラーゲンのみよりも、毛髪再生本数が増加傾向にあった。また、24連ノズルを搭載したバイオプリンタにより、15分間に約1,000個の毛包原基構造を調製できた (図1C)。

4. まとめ・独創性

本研究では、高い毛髪再生能を有する毛包原基の大量調製法を開発した。また、毛髪再生において細胞けん引力が重要な役割を果たしている可能性、および毛包原基のゲル組成の最適化によりさらに毛髪再生能を高められる可能性を見出した。

利益相反の開示

福田 淳二：【役員】株式会社TrichoSeeds 代表取締役
福田 淳二, 景山 達斗, 南茂 彩華：【株】株式会社TrichoSeeds

文献

1) Nanmo A, Yan L, Asaba T, et al: Bioprinting of hair follicle germs for hair regenerative medicine. Acta Biomater **165**: 50-9, 2023

■ 著者連絡先

横浜国立大学大学院理工学府化学・生命系理工学専攻
(〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 化工
安工棟5階)
Email. nanmo-ayaka-df@ynu.jp